

## ***Piros gyümölcsök minőségi jellemzői friss és liofilizálás utáni állapotban***

**Kulcsszavak:** gyümölcs, liofilizálás, fagyasztva szárítás, Összes polifenol-tartalom (TPC – Total phenolic content), flavonoid, C-vitamin

### **1. ÖSSZEFOGLALÁS**

Munkánk során piros gyümölcsök minőségi jellemzőit, beltartalmi paramétereiket vizsgáltuk friss állapotukban és liofilizálás után. Az összehasonlítás célja volt, hogy felmérjük, a fagyasztva szárítás milyen hatással van ezekre a gyümölcsökre. A friss gyümölcsök elem- és szárazanyagtartalmát határoztuk meg, emellett az összes fenolos vegyület- és flavonoid tartalmuk, a C-vitamin-, a savtartalmuk változását is megvizsgáltuk. Az összes fenolos vegyület- és flavonoid tartalomban némi emelkedést, a C-vitamin esetén kisebb csökkenést tapasztaltunk, míg az összes sav mennyisége szinte harmadára csökkent a mintákban a liofilizálást követően.

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Élelmiszertudományi Intézet

## 2. Bevezetés

Az elmúlt néhány évtizedben folyamatosan nőtt az érdeklődés a gyümölcsök, különösen a piros gyümölcsök antioxidáns hatásainak kutatása iránt, hiszen kiemelkedő táplálkozásélettani szerepükkel részt vesznek az emberi szervezet megfelelő működésében [1, 2]. A gyümölcsök rendkívül gazdagok fenolos vegyületekben, mint például tanninokban, antocianinokban, flavonoidokban, emellett igen jó vitaminforrásnak számítanak. Magas cukortartalmuk van, diétás rostokat és szerves savakat tartalmaznak (oxálsav, almasav, citromsav, fumársav), míg alacsony kalória- és zsírtartalommal rendelkeznek [11]. Ezek a növényi anyagok nagyobb koncentrációban vannak jelen az apró gyümölcsökben (áfonya, szeder, szamóca, meggy és málna) [13], ezáltal pozitív hatást gyakorolnak az emberi szervezet egészségére, teljesítményére, továbbá védelmet biztosíthatnak például emésztőrendszeri, szív- és érrendszeri, vagy egyéb krónikus betegségek ellen [3, 4, 5, 6, 7, 8].

A gyümölcsökben jelenlévő fenolos vegyületek a növényi metabolitok igen nagy csoportját alkotják és védelmi mechanizmusukat igen széles tartományban fejtik ki [9, 14]. Ezek a vegyületek a gyümölcsök érzékszervi tulajdonságait, minőségét is befolyásolják [11, 12]. A flavonoidok másodlagos növényi anyagcseretermékek, melyek a gyümölcsöket védő funkcióval rendelkeznek, például kiszáradás, fertőzések, mechanikai sérülések, stb. ellen [15]. A C-vitamin vízoldható vitamin, az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen, hiszen többek között fontos szerepet játszik a skorbut elleni védekezésben, valamint az egészséges bőr, íny és erek fenntartásában [16]. Az antioxidáns hatásért nemcsak a bioaktív vegyületek lehetnek felelősek, hanem az ásványi anyagok is. Az emberi szervezet védekező mechanizmusának működésében kulcsfontosságúak az exogén antioxidánsok is, mint például a C-, E-vitamin, flavonoidok, karotinoidok, illetve az antioxidáns hatású elemek pl. a szelén, cink, mangán, stb. A piros gyümölcsök nagyobb mennyiségben tartalmazzák azokat az elemeket, melyek nélkülözhetetlenek az emberi szervezet egészséges működéséhez. Több tanulmány számolt be például az ilyen gyümölcsök magas kálium-, kalcium-, magnézium-, emellett kis mennyiségű nátrium tartalmáról [17, 18, 19, 20].

A gyümölcsök friss állapotban rövid időn belül megromlanak, eltarthatóságuk nedvességtartalmuk csökkentésével, azaz szárítással növelhető. Az élelmiszeripar számára az ilyen gyümölcsök előállítása nagy kihívást jelent, hiszen egyes szárítási folyamatok károsíthatják a növények antioxidáns hatását [10]. Ezért érdekes lehet felmérni, hogy a fagyasztva szárítás (mint kémleletes mód) hogyan befolyásolja a gyümölcsök bioaktív anyagtartalmát, antioxidáns hatását.

## 3. Anyag és módszer

Az általunk vizsgált gyümölcsök az szamóca (*Fragaria x ananassa*), málna (*Rubus idaeus*), meggy (*Prunus cerasus*), szeder (*Rubus*) és az áfonya (*Cyanococcus*). A friss gyümölcsöket ugyanazon kereskedelmi egységből szereztük be, termesztési helyük Magyarország észak-keleti régiója. A vizsgálatokat a friss gyümölcsök összes polifenol-, flavonoid-, sav-, és C-vitamin tartalmának vizsgálatával kezdtük. Ezután a friss gyümölcsöket egy Heto Powerdry PL 9000 típusú liofilizáló készülékkel -45 °C-on 24-48 órán át liofilizáltuk, majd a fenti vizsgálatokat elvégeztük a fagyasztva szárított minták esetén is. Elemtartalmat csak a friss minták esetén vizsgáltunk, mivel sem a szárítószekrény, sem a liofilizálás nincs hatással a növények elemtartalmára.

### 3.1. Szárazanyag-tartalom meghatározása

A friss gyümölcsök esetén a szárazanyag-tartalom meghatározását szárítószekrény (Memmert UF 75 Universal Oven, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Germany) segítségével végeztük. A mintákat 55 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, 12 órán keresztül, majd képlet segítségével határoztuk meg a minták nedvesség-, illetve szárazanyag-tartalmát. Mivel a liofilizálás fagyasztva szárítási módszer, így a liofilizált minták esetén nem végeztünk további szárítást.

### 3.2. Összes polifenol-tartalom (TPC)

Az összes polifenol-tartalom meghatározását Folin-Ciocalteu-reagens alkalmazásával végeztük Singleton és munkatársai által meghatározott módszer szerint [21]. A mintákat homogenizálás után metanol (Scharlab S. L., Spain) és desztillált víz 80:20 arányú keverékében áztattuk, majd redős szűrőpapíron szűrtük (Sartorius Stedim Biotech S.A., Gottingen, Germany). A mintákból kémcsőbe 0,5 ml-t pipettáztunk, majd 2,5 ml Folin-Ciocalteu reagenst (VWR International S.A.S., France) és 2 ml 75 g/l-es koncentrációjú nátrium-karbonát (Scharlab S. L., Spain) oldatot adtunk hozzá. A színes vegyület kialakulásához a mintákat 2 órán keresztül szobahőmérsékleten fénytől védett helyen pihentettük, majd spektrofotométer (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England) segítségével mértük a minták abszorbanciáját 1 cm-es küvetében 760 nm-en. Az összes fenolos vegyülettartalom meghatározásához szükséges kalibráló oldatot galluszsav (Alfa Aesar GmbH&Co. KG, Karlsruhe, Germany) törzsoldatból készítettük, így az eredményt mg GAE/100 g-ban (galluszsav-egyenérték – Gallic Acid Equivalent) kaptuk meg.

### **3.3. Flavonoid-tartalom meghatározása**

Az összes flavonoid-tartalom meghatározásához spektrofotometriás módszert alkalmaztunk. A mintákat szintén metanol (Scharlab S. L., Spain) és desztillált víz 80:20 arányú keverékében áztattuk, majd redős szűrőpapíron szűrtük (Sartorius Stedim Biotech S.A., Gottingen, Germany). A szűrt mintákból 1 ml-t kémcsövekbe pipettáztunk, melyek 4 ml 20:80 metanol:desztillált víz elegyet tartalmaztak és 0,3 ml 5% nátrium-nitritet (Scharlab Chemie S.A., Spain), majd 5 percet vártunk. A várakozási idő letelte után a mintákhoz 0,3 ml 10% alumínium-kloridot (Scharlab S.L., Spain) pipettáztunk és 2 ml 1 M nátrium-hidroxid (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) oldatot, majd 10 ml-re egészítettük ki metanol: desztillált víz eleggyel. Végül mértük a minták abszorbanciáját 1 cm-es küvettában spektrofotométer (Evolution 300 LC, Thermo Electron Corporation, England) segítségével 510 nm-en. A kalibráló oldatokhoz catechin (Cayman Chemical Company, USA) törzsoldatot használtunk, az eredményeket mg CE/100 g-ban (Catechin Equivalent) kaptuk meg [22].

### **3.4. C-vitamin tartalom meghatározása**

A minták C-vitamintartalmát metafoszforsav oldat segítségével határoztuk meg [23]. 5 g mintához 100 ml 3%-os metafoszforsav (Thermo Fischer GmbH, Germany) oldatot adtunk, majd összeturmixoltuk. Ezután 250 ml-es mérőlombikba mostuk át és további 50 ml metafoszforsavat adtunk hozzá. Redős szűrőpapíron (Sartorius Stedim Biotech S.A., Gottingen, Germany) szűrtük az elegyet. A szűrletből 50 ml-t pipettáztunk titráló lombikba, majd 30 ml desztillált vizet adtunk hozzá, valamint 5 ml 2%-os sósavat (VWR International S.A.S, France), 5 ml 1%-os kálium-jodidot (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) és 1 ml keményítő indikátort (VWR International S.A.S., France). Az elkészült oldatot végül 0,004 M kálium-jodáttal (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) titráltuk. Az eredményt mg/100 g-ban adtuk meg.

### **3.5. Összes savtartalom meghatározása**

A savtartalom meghatározását Czipa (2014) által leírt módszer alapján végeztük [23]. A friss mintákat homogenizáltuk, a liofilizált mintákat porítottuk, majd 20 g-ot bemértünk Erlenmeyer-lombikba, majd hozzáadtunk 150 ml desztillált vizet. Alapos keverés után 85-95 °C-os vízfürdőn 30 percig főztük, majd hagytuk kihűlni szobahőmérsékletre. Ezután vattán szűrtük az elegyet és egy 250 ml-es mérőlombikban jelre töltöttük desztillált vízzel. A kapott szűrletből kipipettáztunk 25 ml-t, majd kiegészítettük desztillált vízzel 100 ml-re. Pár csepp fenolftalein indikátor jelenlétében 0,1 mólos nátrium-hidroxiddal (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany) titráltuk. Az eredményt % mértékegységben adtuk meg.

### **3.6. Elemtartalom meghatározása**

A minták előkészítését Kovács és munkatársai módszere [24] alapján végeztük. A vizsgálat során 3 g mintát mértünk be egy 100 ml-es roncsolócsőbe. A mintákhoz 10 ml tömény salétomsavat adtunk, egy éjszakán át állni hagytuk, majd 30 percig 60 °C-on melegítettük. Ezt követően a mintákhoz 3 ml hidrogén-peroxidot adtunk és ismét hőkezeltük 90 percig 120 °C-on. Az idő letelte után nagy tisztaságú desztillált vízzel (Milli-Q water purification system; Millipore SAS, Molsheim, France) 50 ml-re egészítettük ki, majd szűrtük 388-as szűrőpapíron (Sartorius Stedim Biotech S.A., Gottingen, Germany) a mintákat. Az elemtartalmat ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer) (Thermo Scientific iCAP 6300, Cambridge, UK) készülékkel mértük. Az elemeket a következő hullámhosszokon mértük: Ca (317,9 nm), K (766,4 nm), Mg (279,5 nm), Na (589,5 nm), P (185,9 nm), S (180,7 nm), Mn (259,3 nm), Zn (213,8 nm). Az ICP készülék kicsatolt teljesítménye 1200 W-ra volt beállítva.

### **3.7. Statisztika**

A minták analitikai vizsgálatát minden esetben három ismétlésben végeztük el. Az eredmények kiértékelése során SPSS szoftvert használtunk (version 13; SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA). A program segítségével meghatároztuk az átlagot és a szórást, majd az így kapott eredmények közötti statisztikailag igazolható különbségek meghatározásához Tukey és Dunnett's T3 tesztet (egytényezős varianciaanalízis) alkalmaztunk.

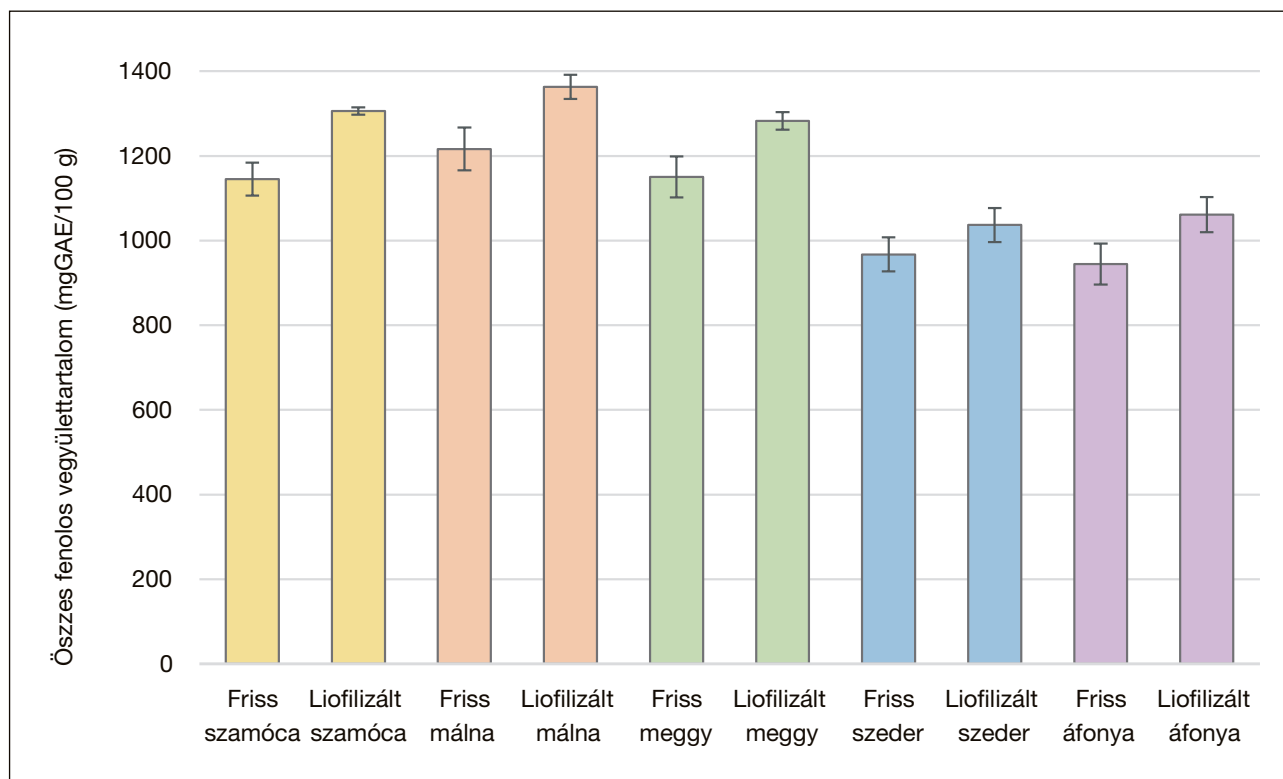
## **4. Eredmények**

### **4.1. Szárazanyagtartalom**

Az általunk vizsgált gyümölcsök közül a szamóca és a meggy rendelkezett a legalacsonyabb szárazanyagtartalommal (12,6%), míg a legnagyobb eredményt a szeder esetében kaptuk (16,8%). Ahhoz, hogy a különböző vizsgálatok eredményei összehasonlíthatók legyenek, minden esetben szárazanyagtartalomra vonatkozóan adtuk meg az értékeket.

#### 4.2 Összes fenolos vegyülettartalom (TPC)

A nyers és liofilizált gyümölcsök összes fenolos-vegyülettartalmát az **1. ábra** foglalja össze. Valamennyi minta esetén igen magas értékeket kaptunk a vizsgálatok során (945-1363 mg GAE/100 g). Valamennyi liofilizált minta esetén magasabb eredményeket mértünk, mint a friss gyümölcsök esetén. Véleményünk szerint, ennek az lehet az oka, hogy ezekre a vegyületekre nézve a liofilizálás kíméletesebb szárítási módszer, mint szárítószekrényvel végzett.

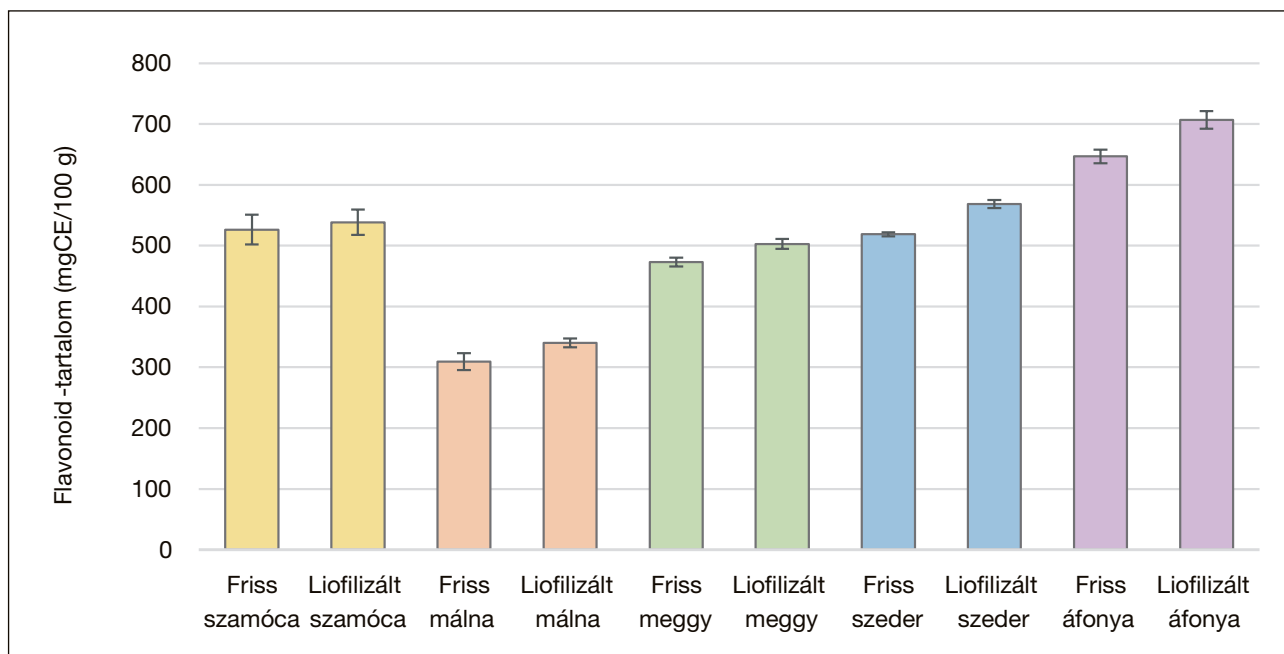


1. ábra. Friss és liofilizált gyümölcsök összes fenolos vegyülettartalma

Ahogy az ábrán is látható, nincs lényeges eltérés a friss szeder (967 mg GAE/100 g) és friss áfonya (945 mg GAE/100 g) esetén. Ezeknél a gyümölcsöknél a fenolos vegyülettartalom liofilizálás után sem lényegesen magasabb (1037-1061 mg GAE/100 g). Ezzel szemben az szamóca, málna és meggy 1145 és 1363 mg GAE/100 g közötti értékeket adtak. Szignifikánsan nincs különbség a friss szamóca és friss meggy (1145 és 1150 mg GAE/100 g), illetve a liofilizált szamóca és liofilizált meggy között (1306 és 1283 mg GAE/100 g).

#### 4.3 Flavonoid-tartalom

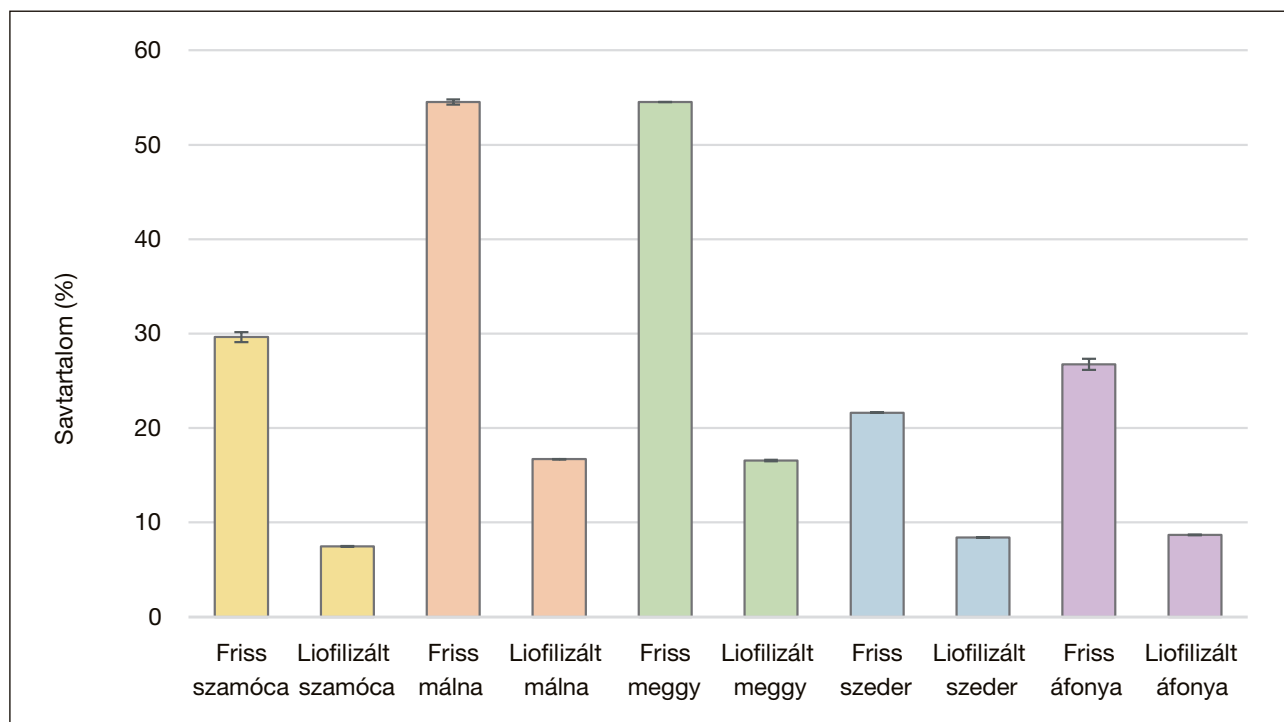
A vizsgált minták flavonoid-tartalmát a **2. ábra** szemlélteti. Jól látható, hogy a friss és a liofilizált minták között nincs lényeges eltérés, vagyis a liofilizálás nem befolyásolja lényegesen ezeknek a vegyületeknek a jelenlétét a mintákban. A fenolos vegyülettartalommal szemben, a málna flavonoid-tartalma volt a legalacsonyabb (309-340 mg CE/100 g), legmagasabb értékeket az áfonya mutatott (647-707 mg CE/100 g). A szamóca és a szeder esetén közel azonos eredményeket kaptunk, a különbségek statisztikailag minden esetben igazolhatók voltak.



2. ábra. Friss és liofilizált gyümölcsök összes flavonoid-tartalma

#### 4.4. Összes savtartalom

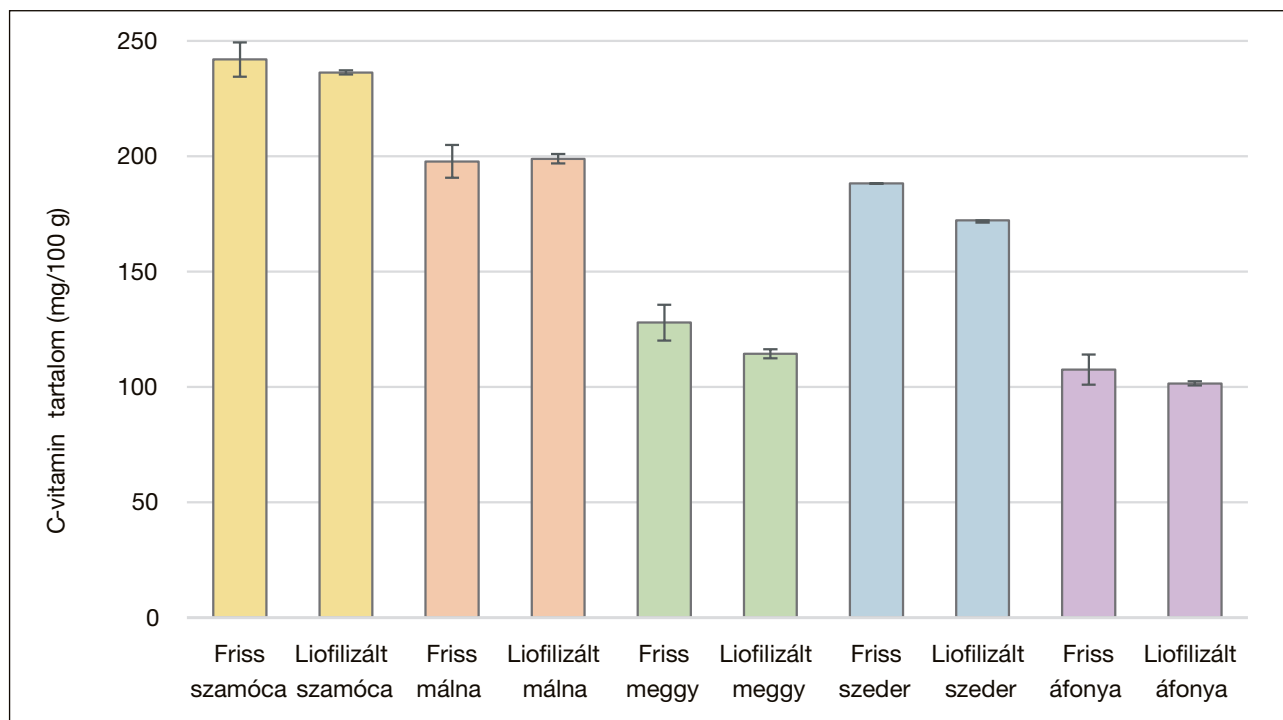
Az összes savtartalmat a **3. ábra** mutatja. Jól látható, hogy ezekre a vegyületekre a liofilizálás nem volt megfelelő hatással, hiszen minden minta esetén lényegesen alacsonyabb eredményeket kaptunk a friss gyümölcsökhöz képest. Igen magas savtartalmat mértünk a friss málna és a friss meggy esetén (54,4-54,5%). Liofilizálás hatására ezek az értékek harmadára csökkentek (16,6-16,7%). A többi gyümölcs esetén a savtartalom nem érte el a 30%-os értéket sem. Statisztikailag minden esetben igazolható különbségeket kaptunk, kivétel a liofilizált meggy és liofilizált málna között ( $P=0,167$ ).



3. ábra. Friss és liofilizált gyümölcsök összes savtartalma

#### 4.5. C-vitamin tartalom

A gyümölcsök C-vitamin tartalma a **4. ábrán** látható. Ez esetben a liofilizálás nem volt nagy hatással a C-vitamin tartalomra, hiszen ahogyan az ábrán is látható, minden minta esetén alacsonyabbak a liofilizálás utáni eredmények. A szamóca esetén kaptuk a legmagasabb értékeket (236 és 242 mg/100 g). A málna és a szeder között (172-199 mg/100 g), illetve a meggy és az áfonya (102-128 mg/100 g) esetén hasonló eredményeket kaptunk. Szinte minden esetben szignifikáns eredményeket kaptunk, kivétel a friss szamóca-friss málna, a friss málna-friss szeder, illetve a friss meggy-friss áfonya esetén.



4. ábra. Friss és liofilizált gyümölcsök C-vitamin tartalma

#### 4.6. Elemtartalom

A minták elemtartalma az **1. táblázatban** látható. Bár több elem mérését végeztük el, az eredményekben csak a fontosabbakat emeljük ki. A gyümölcsök kalciumtartalma 240 és 2302 mg/kg között volt. Az eredmények közül az áfonya kalcium tartalma rendkívül alacsony volt a többi mintához képest (240 mg/kg). Statisztikailag nem volt igazolható különbség a szamóca és a szeder között ( $P=0,096$ ).

1. táblázat. Friss gyümölcsök elemtartalma

Minták	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	P (mg/kg)	S (mg/kg)
Szamóca	2302±2	12693±9	1383±7	22,9±0,5	2012±2	541±1
Málna	1286±1	6983±4	1143±4	4,47±0,01	2024±3	500±1
Meggy	1458±2	9521±13	945±1	4,24±0,01	1677±3	533±0
Szeder	1956±8	6582±22	1225±8	23,1±0,2	1806±5	695±2
Áfonya	240±1	3765±7	195±2	5,15±0,14	863±2	445±1

A káliumtartalom az szamóca esetén volt a legmagasabb (12693 mg/kg). Ezzel szemben az áfonya rendkívül alacsony, 3765 mg/kg kálium tartalommal rendelkezik. A többi minta esetén 6582-9521 mg/kg közötti értékeket kaptunk. Statisztikailag minden esetben igazolhatóak voltak a különbségek. A gyümölcsök magnézium tartalma 195 és 1383 mg/kg volt. Az áfonya ebben az esetben is rendkívül alacsony, 195 mg/kg értéket mutatott. Ugyanakkor a szamóca magnézium tartalma 1383 mg/kg volt. Szinte minden esetben szignifikáns különbségeket kaptunk, kivétel a szamóca-málna és a meggy-málna között. A gyümölcsök nátrium tartalmára 5,15 és 23,1 mg/kg közötti értékeket kaptunk. A többi mintához képest igen magas volt az szamóca, illetve a szeder nátrium tartalma (22,9 és 23,1 mg/kg). A foszfor tartalom 863 és 2024 mg/kg közötti eredményt mutatott. Az áfonya a kalcium-, a kálium- és a magnézium-tartalomhoz hasonlóan a foszfor esetén is a legalacsonyabb eredményt adta (863 mg/kg). Minden minta esetében szignifikáns eredményeket

kaptunk. A kén esetén 445 és 695 mg/kg közötti értékeket mértünk. Legalacsonyabb eredményt az áfonya, legmagasabbat a szeder esetén kaptunk. Szignifikáns eredményeket kaptunk az áfonya-szamóca-meggy kivételével valamennyi esetben [25].

#### 4.7. Következtetések

Különböző, piros színű gyümölcsök beltartalmi paramétereit vizsgáltuk. Célunk volt, hogy összehasonlítsuk vizsgált a paramétereket (összes fenolos vegyület-, flavonoid-, sav-, C-vitamintartalom) a gyümölcsök friss állapotában, illetve liofilizálás után. Emellett meghatároztuk a friss minták fontosabb elemtartalmát (kalcium, kálium, magnézium, nátrium, foszfor, kén) is. Az összes fenolos vegyület- és flavonoid tartalmukat tekintve minden gyümölcs esetén magasabb eredményeket kaptunk liofilizálás után. Ennek oka lehet, hogy a liofilizálás nincs olyan kedvezőtlen hatással ezekre a vegyületekre, mint a szárítószelekrény használata. Szintén pozitív eredményeket kaptunk a C-vitamin esetén. A liofilizálás kis mértékben csökkentette ennek a vitaminnak a jelenlétét ezekben a mintákban. A savtartalom ezzel ellentétben sokkal alacsonyabb eredményeket adott liofilizálás után. Elemtartalmukat tekintve legalacsonyabb értékekkel az áfonya rendelkezett, míg a legmagasabb értékeket a szamóca esetén kaptuk. A kapott eredmények alapján kijelenthető, hogy a vizsgált paraméterek esetén (a savtartalmat leszámítva), a fagyasztva szárítás, másnéven liofilizálás sokkal kíméletesebb szárítási módszer, mint a szárítószelekrény használata.

#### 5. Irodalom

- [1] Fu L., Xu B.-T., Xu X.-R., Gan R.-Y., Zhang Y., Xi E.-Q., & Li H.-B. (2011): Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry* **129** (2) 345–350. pp. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.079>
- [2] Imeh U., Khokhar S. (2002): Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **50** (22) 6301–6306. pp. <https://doi.org/10.1021/jf020342j>
- [3] de Souza V. R., Pereira P. A. P., da Silva, T. L. T., de Oliveira Lima L. C., Pio R., Queiroz F. (2014): Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry* **156** 362–368. pp.
- [4] Denardin C. C., Hirsch G. E., da Rocha R. F., Vizzotto M., Henriques A. T., Moreira J. C. F., Emanuelli T. (2015): Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. *Journal of Food and Drug Analysis* **23** (3) 387–398. pp. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.01.006>
- [5] Moo-Huchin V. M., Moo-Huchin M. I., Estrada-León R. J., Cuevas-Glory L., Estrada-Mota I. A., Ortiz-Vázquez E., Sauri-Duch E. (2015): Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry* **166** 17–22. pp. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.127>
- [6] Yildiz H., Ercisli S., Hegedus A., Akbulut M., Topdas E. F., Aliman J. (2014): Bioactive content and antioxidant characteristics of wild (*Fragaria vesca* L.) and cultivated strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruits from Turkey. *Journal of Applied Botany and Food Quality* **87** 274–278. pp. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2014.087.038>
- [7] Slatnar A., Jakopic J., Stampar F., Veberic R., Jamnik P., (2012): The Effect of Bioactive Compounds on In Vitro and In Vivo Antioxidant Activity of Different Berry Juices. *PLoS ONE* **7** (10) 1–8. pp.
- [8] Namiesnik J., Vearasilp K., Nemirovski A., Leontowicz H., Leontowicz M., Pasko P., Martinez-Ayala A.L., González-Aguilar G.A., Suhaj M., Gorinstein S. (2014): In vitro studies on the relationship between the antioxidant activities of some berry extracts and their binding properties to serum albumin. *Applied Biochemistry and Biotechnology* **172** 2849–2865. pp.
- [9] Baiano A. (2014): Influence of genotype, pedoclimatic conditions, viticultural practices and ripening on the phenolic composition of grapes. A review. In J. S. Cámara (Ed.), *Grapes: Production, phenolic composition and potential biomedical effects. Food and Beverage Consumption and Health Series. New York, NY: Nova Science* 1–26. pp. ISBN: 978-1-63321-410-1
- [10] Lutz M., Hernández J., Henríquez C. (2015): Phenolic content and antioxidant capacity in fresh and dry fruits and vegetables grown in Chile. *CyTA - Journal of Food. Taylor & Francis.* 1–7. pp.
- [11] Aly A., Maraei R., El-Leel O. A. (2019): Comparative study of some bioactive compounds and their antioxidant activity of some berry types. *Slovak Journal of Food Sciences. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* **13** (1) 515–523. pp. <https://doi.org/10.5219/1132>

- [12] Lachowicz S., Kolniak-Ostek J., Oszmianski J., Wisniewski R. (2017): Comparison of phenolic content and antioxidant capacity of bear garlic (*Allium ursinum* L.) in different maturity stages. *Journal Food Processing and Preservation* **41** (1) 1–10. pp.  
<https://doi.org/10.1111/jfpp.12921>
- [13] Toledo-Martín E., García-García M., Font R., Moreno-Rojas J., Salinas-Navarro M., Gómez P., del Río-Celestino M. (2018): Quantification of Total Phenolic and Carotenoid Content in Blackberries (*Rubus Fruticosus* L.) Using Near Infrared Spectroscopy (NIRS) and Multivariate Analysis. *Molecules* **23** (12) 3191. p.  
<https://doi.org/10.3390/molecules23123191>
- [14] Zapata, P. J., Martínez-Esplá, A., Gironés-Vilaplana, A., Santos-Lax, D., Noguera-Artiaga, L., Carbonell-Barrachina, Á. A. (2019): Phenolic, volatile, and sensory profiles of beer enriched by macerating quince fruits. *LWT – Food Science and Technology* **103** 139–146. pp.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.002>
- [15] Oliveira K. G., Queiroz V. A. V., Carlos L. A., Cardoso L. M., Pinheiro-Sant’Ana H. M., Anunciacao P. C., Menezes C. B., Silva E. C., Barros F. (2017): Effect of the storage time and temperature on phenolic compounds from sorghum grain and flour. *Food Chemistry* **216** 390–398. pp.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.047>
- [16] Rekha C., Poornima G., Manasa M., Abhipsa V., Pavithra Devi J., Vijay Kumar H. T., Prashith Kekuda T. R. (2012): Ascorbic acid, total phenol content and antioxidant activity of fresh juices of four ripe and unripe citrus fruits. *Chem Sci Trans.* **1** (2) 303–310. pp.  
<https://doi.org/10.7598/cst2012.182>
- [17] Nour V., Trandafir I., Ionica M. E. (2011): Ascorbic acid, anthocyanins, organic acids and mineral content of some black and red currant cultivars. *Fruits* **66** 353–362. pp.  
<https://doi.org/10.1051/fruits/2011049>
- [18] Plessi M., Bertelli D., Albasini A., (2007): Distribution of metals and phenolic compounds as a criterion to evaluate variety of berries and related jams, *Food Chemistry* **100** 419–427. pp.
- [19] Nile, S. H., & Park, S. W. (2014). Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition* **30** (2) 134–144. pp.  
<https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.04.007>
- [20] Rodler I. 2008. Élelmezés- és táplálkozás-egészségtan. *Medicina Könyvkiadó*, Budapest.
- [21] Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela Raventos, R. M. (1999): Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* **299** 265–275. pp.
- [22] Kim, D.O, Jeong, S.W., Lee, C.Y. (2003): Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry* **81** 321–326. pp.
- [23] Czipa, N. (2014): Élelmiszeralitika gyakorlati jegyzet élelmiszermérnök BSc III. évfolyam részére. *Debreceni Egyetem*, Debrecen.
- [24] Kovács, B., Győri, Z., Csapó, J., Loch, J., Dániel, P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* **27** (5-8) 1177–1198. pp.
- [25] Słupski, J., Lisiewska, Z., Kmiecik, W. (2005): Contents of macro and microelements in fresh and frozen dill (*Anethum graveolens* L.). *Food Chemistry* **91** (4) 737–743. pp.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.046>